

Docket No.: 50395-251

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Tatsuhiko SAITOH	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: February 12, 2004	:	Examiner: Unknown
	:	
For: METHOD OF ELONGATING GLASS PREFORM	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

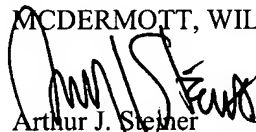
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

**Japanese Patent Application No. 2003-035233, filed February 13, 2003**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Arthur J. Steiner

Registration No. 26,106

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 AJS:tlb  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: February 12, 2004**

50345-251  
SAITOH  
February 12, 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 2 月 1 3 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 3 5 2 3 3  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 0 3 5 2 3 3 ]

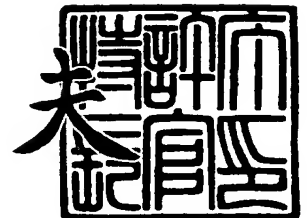
出 願 人  
Applicant(s): 住友電気工業株式会社



2 0 0 3 年 8 月 2 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 0 5 6 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 102Y0692

【提出日】 平成15年 2月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C03B 37/012  
C03B 37/07  
G02B 6/20

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会  
社横浜製作所内

【氏名】 齋藤 達彦

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガラス母材の延伸方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 長手方向に延びる孔を有するガラス母材の両端部を第 1 保持部及び第 2 保持部により夫々保持し、前記ガラス母材を加熱手段で前記ガラス母材の一方の端部側から順次加熱・溶融しながら、前記第 1 保持部と前記第 2 保持部との間隔を前記ガラス母材の長手方向に広げて前記ガラス母材を延伸する方法であって、

前記ガラス母材の延伸後の外径を  $D$  [mm] とし、前記加熱手段で加熱・溶融されている前記ガラス母材の溶融部の最高温度を  $T$  [°C] としたときに、前記溶融部の最高温度  $T$  [°C] が次式

【数 1】

$$11[^\circ\text{C}/\text{mm}] \cdot D[\text{mm}] + 860[^\circ\text{C}] < T[^\circ\text{C}] < 17[^\circ\text{C}/\text{mm}] \cdot D[\text{mm}] + 880[^\circ\text{C}] \quad \dots(1)$$

で表される関係を満たすように前記ガラス母材を前記加熱手段で加熱・溶融して延伸することを特徴とするガラス母材の延伸方法。

【請求項 2】 前記加熱手段を 4 mm/min より速く 20 mm/min より遅い速度で前記ガラス母材の一方の端部から他方の端部に向かって前記ガラス母材に対して相対的に移動させながら前記ガラス母材を加熱・溶融することを特徴とする請求項 1 に記載のガラス母材の延伸方法。

【請求項 3】 前記ガラス母材の延伸前の外径を  $S$  [mm] としたときに、前記ガラス母材の延伸後の外径  $D$  [mm] が次式

【数 2】

$$0.6 \cdot S[\text{mm}] < D[\text{mm}] < 0.98 \cdot S[\text{mm}] \quad \dots(2)$$

で表される関係を満たすように前記ガラス母材を延伸することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のガラス母材の延伸方法。

【請求項 4】 前記ガラス母材における前記孔の内部に気体を流しながら該ガラス母材を延伸することを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のうちの何れか 1 項

に記載のガラス母材の延伸方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、ファイバ軸方向に延びる空孔を有する光ファイバ用のガラス母材を延伸する方法に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】**

ファイバ軸方向に延びる空孔を有する光ファイバには、ホーリーファイバやフォトニック結晶ファイバと呼ばれるものがある。以下、このようなファイバ軸方向に延びる空孔を有する光ファイバを微細構造光ファイバと称す。この微細構造光ファイバは、ファイバ軸に直交する断面における空孔の大きさや空孔の分布を調整することでコア領域とクラッド領域との平均屈折率差を調整することができるので、空孔を有さない光ファイバよりも優れた特性を得ることが可能である。例えば、微細構造光ファイバは、空孔を有さない光ファイバよりも絶対値の大きな波長分散を得ることができ、分散補償への応用が期待されている。

**【0003】**

従来、ガラス母材を延伸する装置としては、ガラス母材の延伸後の外径を一定にするために加熱手段に与える熱量を制御する機能を備えた延伸装置が知られている（例えば、特許文献1及び特許文献2参照）。

**【0004】**

**【特許文献1】**

特公平6-24996号公報

**【特許文献2】**

特開平5-97459号公報

**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、長手方向に孔を有する微細構造光ファイバガラス母材を延伸するために従来の延伸装置を用いた場合には、その孔が潰れることがあった。

**【0005】**

このように孔が潰れると、微細構造光ファイバが空孔を有さなくなるので、微細構造光ファイバで実現すべき絶対値の大きな波長分散などの特性を実現することができなかった。

#### 【 0 0 0 6 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、長手方向に延びる孔を有するガラス母材を、その孔が潰れることを抑制しつつ延伸することができる方法を提供することである。

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【課題を解決するための手段】

微細構造光ファイバを製造するには、空孔となるべき孔を有するガラス母材を加熱・熔融し延伸する。

#### 【 0 0 0 8 】

このようなガラス母材を加熱して熔融させると孔の界面にはその接線方向に表面張力が働く。表面張力の孔の半径方向への成分は、孔の曲率に比例して大きくなり、孔をつぶすように作用する。従って、孔の直径が小さくなるほど孔は表面張力によりつぶれやすくなる。

#### 【 0 0 0 9 】

従来の延伸装置では、ガラス母材の延伸後の外径を均一にするように加熱手段の熱量を調整しているが、加熱手段により加熱・熔融されている部分の温度条件などは考慮されていない。

#### 【 0 0 1 0 】

従って、従来の延伸装置を用いた場合には、孔の界面に働く表面張力により孔潰れが生じていた。

#### 【 0 0 1 1 】

このような表面張力により孔が潰れることを低減するには、ガラス母材の粘性を上げて変形しないようにする方法が考えられる。ただし、延伸はガラス母材を引き延ばすことが目的であるので、延伸できる程度にガラス母材を熔融させなければならない。そして、ガラス母材が熔融した際にはやはり表面張力が影響する。

。

## 【 0 0 1 2 】

本発明者は、上記の知見に基づいて、孔が潰れることを抑制しつつ延伸することが可能な温度条件に関し鋭意研究を重ねて本発明に至った。

## 【 0 0 1 3 】

即ち、本発明のガラス母材の延伸方法は、長手方向に延びる孔を有するガラス母材の両端部を第 1 保持部及び第 2 保持部により夫々保持し、ガラス母材を加熱手段でガラス母材の一方の端部側から順次加熱・溶融しながら、第 1 保持部と第 2 保持部との間隔をガラス母材の長手方向に広げてガラス母材を延伸する方法であって、ガラス母材の延伸後の外径を  $D$  [mm] とし、加熱手段で加熱・溶融されているガラス母材の溶融部の最高温度を  $T$  [°C] としたときに、溶融部の最高温度  $T$  [°C] が次式

## 【数 3】

$$11[^\circ\text{C}/\text{mm}] \cdot D[\text{mm}] + 860[^\circ\text{C}] < T[^\circ\text{C}] < 17[^\circ\text{C}/\text{mm}] \cdot D[\text{mm}] + 880[^\circ\text{C}] \quad \dots(3)$$

で表される関係を満たすようにガラス母材を加熱手段で加熱・溶融して延伸することを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

上記延伸方法によれば、第 1 保持部と第 2 保持部とで保持されたガラス母材を加熱・溶融しつつ第 1 保持部と第 2 保持部との間隔をガラス母材の長手方向に広げるのでガラス母材を延伸することができる。

## 【 0 0 1 5 】

ガラス母材を延伸する際に、延伸するための温度が高すぎると孔が表面張力により潰れ、温度が低すぎると延伸自体ができなくなるが、上記延伸方法では、延伸時の溶融部の最高温度  $T$  が式 (3) で表される関係を満たすようにガラス母材を加熱するので、孔が潰れることを抑制しつつガラス母材を延伸することが可能である。

## 【 0 0 1 6 】

また、本発明に係るガラス母材の延伸方法においては、加熱手段を 4 mm/min より速く 2 0 mm/min より遅い速度でガラス母材の一方の端部から他方の端部に向か



ってガラス母材に対して相対的に移動させながらガラス母材を加熱・熔融することが好適である。

【0017】

このように加熱手段を 4mm/min より速く移動させるので、孔が潰れにくい。また、加熱手段を 20mm/min より遅く移動させるので、ガラス母材を十分加熱・熔融して延伸することが可能である。

【0018】

更に、本発明に係るガラス母材の延伸方法においては、ガラス母材の延伸前の外径を  $S$  [mm] としたときに、ガラス母材の延伸後の外径  $D$  [mm] が次式

【数 4】

$$0.6 \cdot S[\text{mm}] < D[\text{mm}] < 0.98 \cdot S[\text{mm}] \quad \dots(4)$$

で表される関係を満たすようにガラス母材を延伸することが望ましい。

【0019】

ガラス母材の延伸後の外径  $D$  が  $0.6 \cdot S$  より大きく  $0.98 \cdot S$  より小さくなるように延伸するので、延伸回数を低減しつつ安定にガラス母材を延伸することが可能である。

【0020】

なお、安定な延伸をする観点から、 $D$  が  $0.64 \cdot S$  [mm] 以上で  $0.98 \cdot S$  [mm] より小さいことが更に望ましい。

【0021】

更にまた、本発明に係るガラス母材の延伸方法においては、ガラス母材の孔の内部に気体を流しながら該ガラス母材を延伸することが好適である。

【0022】

このように孔に気体を流すと孔内部から径外方に向けて押す力が生じるので、孔に気体を流さない場合に比べて孔が潰れることを抑制することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下に、図面と共に本発明の好適な実施形態について説明する。なお、以下の

説明においては、同一の要素には同一の符号を用いることとし、重複する説明は省略する。また、図中の寸法比率は必ずしも説明中のものとは一致していない。

#### 【0024】

図1は、ファイバ軸方向に空孔を有する光ファイバである微細構造光ファイバの概略構成図である。微細構造光ファイバ10は、そのファイバ軸に沿って延びるコア領域11と、そのコア領域11の外周を取り囲むクラッド領域12とを備える。

#### 【0025】

コア領域11は、Geが添加されたシリカガラスから形成されている。クラッド領域12は、純粋シリカガラスで形成されている。クラッド領域12には、コア領域11の周囲にファイバ軸方向に延びる複数の空孔13が形成されている。空孔13は、ファイバ軸に直交する断面においてコア領域11の周囲に六方格子状に配置されている。

#### 【0026】

上記構成の微細構造光ファイバ10では、クラッド領域12が空孔13を有しているので、クラッド領域12の平均屈折率は、空孔13を有さない場合よりも小さくなっている。そのため、コア領域11とクラッド領域12との屈折率差は、クラッド領域12に空孔が形成されていない場合に比べて大きくなっている。

#### 【0027】

この微細構造光ファイバ10を製造する工程では、図2に示すガラス母材20が延伸される。

#### 【0028】

図2は、ガラス母材20をその長手方向に直交する平面で切断した断面図である。なお、ガラス母材20の外径をS[mm]とする。ガラス母材20は、図2に示すように、コア領域11となるべき第1領域21、及び、クラッド領域12となるべき第2領域22を備えている。また、第2領域22には空孔13となるべき貫通孔23が形成されている。貫通孔23は、図2に示すようにガラス母材20の長手方向に直交する断面において第1領域21の周囲に六方格子状に配置されている。

**【0029】**

図3にガラス母材20を延伸するために好適に使用される延伸装置30の一実施形態の模式図を示す。延伸装置30は、支持台31、第1保持部32、第2保持部33、酸水素火炎バーナ（加熱手段）34及び外径測定器35を含んで構成されている。

**【0030】**

ここで、図3は、ガラス母材20が延伸されている途中の状態を示している。即ち、延伸前のガラス母材20に相当する外径Sの出発母材部20aの右端部が加熱・熔融され熔融部20bが形成されており、その熔融部20bで延伸されて延伸後のガラス母材20に相当する外径D[mm]（ただし、 $D < S$ ）の延伸部20cが形成されている状態が示されている。

**【0031】**

なお、延伸前のガラス母材20の両端にはガラス棒20d、20eが取り扱いの便宜のためのダミーロッドとして夫々接続されている。そして、第1保持部32及び第2保持部33によりガラス棒20d、20eを夫々保持することでガラス母材20を保持して延伸が実施される。延伸が開始されると熔融部20bが形成され、その右側、即ちガラス棒20e側に延伸部20cが形成される。

**【0032】**

図3を参照しつつ延伸装置30の各構成要素について説明する。

**【0033】**

第1保持部32は、支持台31の上面に固定されており、ガラス母材20の一端部に接続されているガラス棒20dを保持する。ガラス棒20dを保持する手法としては、例えばチャックなどにより把持すれば良い。

**【0034】**

第2保持部33は、ガラス母材20においてガラス棒20dが接続されている端部と反対側の端部に接続されているガラス棒20eを保持する。ガラス棒20eを保持する手法としては、第1保持部32の場合と同様に例えばチャックなどにより把持すれば良い。第2保持部33は、支持台31の長手方向に移動可能に支持台31の上面に取り付けられている。

**【0035】**

第1保持部32と第2保持部33との間の支持台31の上面には、酸水素火炎バーナ34が、支持台31の長手方向に移動可能に取り付けられている。酸水素火炎バーナ34は、ガラス母材20を加熱・溶融する。

**【0036】**

また、第1保持部32と第2保持部33との間には、溶融部20bにおける溶融部20bと延伸部20cとの境界近傍の外径を測定する非接触レーザ方式の外径測定器35が配置されている。外径測定器35で測定された測定値に基づいて、延伸部20cの外径Dが一定になるように第2保持部33の移動速度が調節される。また、外径測定器35は、溶融部20bにおける特定の位置の外径を常に測定するために酸水素火炎バーナ34と同期して移動する。

**【0037】**

次に、上記延伸装置30を用いてガラス母材20を延伸する方法について説明する。

**【0038】**

まず、延伸前のガラス母材20である出発母材部20aの両端部に夫々接続されているガラス棒20d、20eを第1保持部32及び第2保持部33で夫々保持して延伸前のガラス母材20を保持する。延伸開始時には、酸水素火炎バーナ34を第2保持部33側に配置しておく。次に、酸水素火炎バーナ34を点火する。そして、酸水素火炎バーナ34で出発母材部20aの第2保持部33側、即ちガラス棒20e側を加熱・溶融しつつ、第2保持部33をガラス母材20の長手方向であって第1保持部32と反対側（図4の矢印A方向）に移動させて溶融部20bを形成し更に外径Dの延伸部20cを形成する。第2保持部33を移動させる際には、外径Dの延伸部20cを安定して得るために、外径測定器35の測定値に基づいて延伸部20cの外径Dが一定になるように第2保持部33の移動速度を制御する。

**【0039】**

本実施形態では、溶融部20bの最高温度をT[℃]としたときに、Tが次式で表される関係を満たすように酸水素火炎バーナ34で出発母材部20aを加熱す

る。

【数 5】

$$11[^\circ\text{C}/\text{mm}] \cdot D[\text{mm}] + 860[^\circ\text{C}] < T[^\circ\text{C}] < 17[^\circ\text{C}/\text{mm}] \cdot D[\text{mm}] + 880[^\circ\text{C}] \quad \dots(5)$$

【0 0 4 0】

また、上記延伸部 2 0 c の外径 D は、次式で表される関係を満たすことが好適である。

【数 6】

$$0.6 \cdot S[\text{mm}] < D[\text{mm}] < 0.98 \cdot S[\text{mm}] \quad \dots(6)$$

【0 0 4 1】

延伸率を  $D/S$  で定義すると、延伸率が 0.6 より大きく 0.98 より小さい範囲になるように延伸することで延伸回数を減らしつつ安定な延伸を行うことができるからである。なお、より安定な延伸を行うには、延伸率  $D/S$  は、0.64 以上であると更に好ましい。

【0 0 4 2】

上記のように酸水素火炎バーナ 3 4 を点火した際には、その酸水素火炎バーナ 3 4 を第 2 保持部 3 3 から第 1 保持部 3 2 に向かって（図 4 の矢印 B 方向に）移動させる。これにより、ガラス母材 2 0 が第 2 保持部 3 3 側から加熱・熔融されて延伸部 2 0 c が順次形成されていく。

【0 0 4 3】

酸水素火炎バーナ 3 4 の移動速度は、ガラス母材 2 0 の外径 S の大きさにより異なるが、通常、ガラス母材 2 0 の外径 S が大きくなるにつれて酸水素火炎バーナ 3 4 の速度を遅くすれば良い。ただし、酸水素火炎バーナ 3 4 の移動速度は、4 mm/min より速くて 20 mm/min より遅いことが好適である。このような移動速度で酸水素火炎バーナ 3 4 を移動させることで、貫通孔 2 3 が潰れることを抑制しつつガラス母材 2 0 を十分加熱・熔融できるからである。

【0 0 4 4】

また、ガラス母材 2 0 を延伸する際には、貫通孔 2 3 内に気体、好ましくは窒

素を流して 2 0 0 P a 以下のわずかな加圧状態にすることが貫通孔 2 3 を潰れにくくする観点から好適である。

#### 【 0 0 4 5 】

図 4 は、図 3 の延伸装置 3 0 を用いて、溶融部 2 0 b の最高温度 T を変化させてガラス母材 2 0 を延伸した場合の貫通孔 2 3 の潰れ状況を調べた結果を示したものである。なお、ガラス母材 2 0 は、延伸後の外径 D が 5 mm ～ 2 0 mm の範囲になるように延伸した。図 4 の横軸はガラス母材 2 0 の延伸後の外径 D、縦軸は溶融部 2 0 b の最高温度 T を示す。

#### 【 0 0 4 6 】

図 4 において、○印は孔潰れが無かった場合を示し、×印は孔潰れが生じた場合を示し、+印は延伸が不可能だった場合を示す。ここで、貫通孔 2 3 の直径を R 1 [mm]、延伸部 2 0 c における貫通孔 2 3 に相当する孔の直径を R 2 [mm] とし、収縮率 K [%] を次式で定義し、K が 3 % 以下となる場合に孔潰れ無しとした。

#### 【数 7】

$$K[\%] = 100 \cdot \frac{R1[mm] \cdot D[mm] - R2[mm] \cdot S[mm]}{R1[mm] \cdot D[mm]} \quad \dots(7)$$

#### 【 0 0 4 7 】

また、図 4 の実線 I 及び実線 II は夫々次の式 (8) 及び式 (9) で表される直線である。

#### 【数 8】

$$T[^\circ\text{C}] = 17[^\circ\text{C}/\text{mm}] \cdot D[\text{mm}] + 880[^\circ\text{C}] \quad \dots(8)$$

#### 【数 9】

$$T[^\circ\text{C}] = 11[^\circ\text{C}/\text{mm}] \cdot D[\text{mm}] + 860[^\circ\text{C}] \quad \dots(9)$$

#### 【 0 0 4 8 】

図 4 より、溶融部 2 0 b の最高温度 T が式 (8) 及び式 (9) で表される直線の間にある場合、即ち、最高温度 T が式 (5) を満たす場合には、孔潰れを生じ

させることなくガラス母材 20 を延伸することが可能であることが理解される。

#### 【0049】

本実施形態では、酸水素火炎バーナ 34 を上述したような速度で第 2 保持部 33 から第 1 保持部 32 に向かって移動させながら熔融部 20b の最高温度  $T$  が式 (5) で表される関係を満たすようにガラス母材 20 を加熱・熔融し、且つ、第 2 保持部 33 を移動させて熔融部 20b にガラス母材 20 の長手方向に引っ張り力を与えてガラス母材 20 を延伸している。そして、図 4 から理解されるように、熔融部 20b の最高温度  $T$  が式 (5) を満たしているときには、延伸部 20c の孔潰れは生じない。

#### 【0050】

従って、上述した本実施形態におけるガラス母材 20 を延伸する方法によれば、貫通孔 23 が潰れることを抑制しながらガラス母材 20 を延伸することが可能である。

#### 【0051】

そして、このように貫通孔 23 が潰れることを抑制しつつ延伸された延伸後のガラス母材を用いて微細構造光ファイバ 10 が製造されるので、微細構造光ファイバ 10 の、例えば、絶対値の大きな波長分散などの優れた特性を実現することが可能である。

#### 【0052】

以上本発明の好適な実施形態について説明したが本発明は上記実施形態に限定されないことは言うまでもない。例えば、上記実施形態では、加熱手段を酸水素火炎バーナ 34 としたがこれに限定する必要はない。例えば、加熱手段としてヒータを用いても良い。この場合、ヒータ及びガラス母材 20 のうちの少なくとも一方を移動させて、ヒータでガラス母材 20 を、その一方の端部側から順次加熱・熔融すれば良い。そして、ヒータでガラス母材 20 を加熱・熔融する際に、第 1 保持部 32 と第 2 保持部 33 との間を広げて延伸すれば良い。

#### 【0053】

また、上記実施形態では、第 1 保持部 32 を固定し第 2 保持部 33 を第 1 保持部 32 から離れるように移動させているが、第 1 保持部 32 と第 2 保持部 33 と

の間の間隔が広がれば良い。従って、例えば、第1保持部32及び第2保持部33のうちの少なくとも何れか一方を移動させて第1保持部と第2保持部との間隔を広げれば良い。

#### 【0054】

更に、上記実施形態における延伸装置30は横型としているが特に横型に限定する必要はなく、縦型の延伸装置を用いても良い。

#### 【0055】

また、上記実施形態は、酸水素火炎バーナ34を第2保持部33から第1保持部32側に一回移動させた場合であるが、例えば、延伸前のガラス母材20である出発母材部20aを延伸して一度延伸部20cを形成し、その延伸部20cを出発母材部20aとして更に延伸を実施しても良い。

#### 【0056】

また、加熱手段を固定して、第1保持部と第2保持部とを移動させても良い。このとき、ガラス母材に対する加熱手段の相対的な移動速度は4mm/minより速く20mm/minより遅くするのが好ましい。

#### 【0057】

更に、上記実施形態においては、製造すべき微細構造光ファイバとしてコア領域11にGeが添加されたものとしているが、コア領域にはGeとは異なる添加材であって屈折率を上昇させる添加材や、屈折率をより小さくする添加材が添加されていても良い。また、コア領域に添加材が添加されていなくても良い。更に、コア領域が中空の孔になっていても良い。そして、それらに対応するガラス母材を延伸すればよい。

#### 【0058】

更にまた、上記実施形態では、ファイバ軸に直交する断面において空孔13が六角格子状に配置された微細構造光ファイバに対応するガラス母材を延伸しているが、これに限る必要はない。上述したガラス母材を延伸する方法は、空孔を有する微細構造光ファイバ用のガラス母材を延伸する場合に適用可能である。

#### 【0059】

なお、上記実施形態では、微細構造光ファイバの空孔となるべき孔を貫通孔と



したが、必ずしも貫通孔である必要はなく、ガラス母材の長手方向に延びる孔が形成されていれば良い。

#### 【0060】

#### 【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、長手方向に延びる孔を有するガラス母材を、その孔が潰れることを抑制しつつ延伸することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

微細構造光ファイバの模式図である。

#### 【図2】

ガラス母材をファイバ軸に直交する平面で切断した断面図である。

#### 【図3】

図2のガラス母材を延伸するための装置の模式図である。

#### 【図4】

ガラス母材の延伸後における貫通孔の孔潰れ状況に関する実験結果を示す図である。

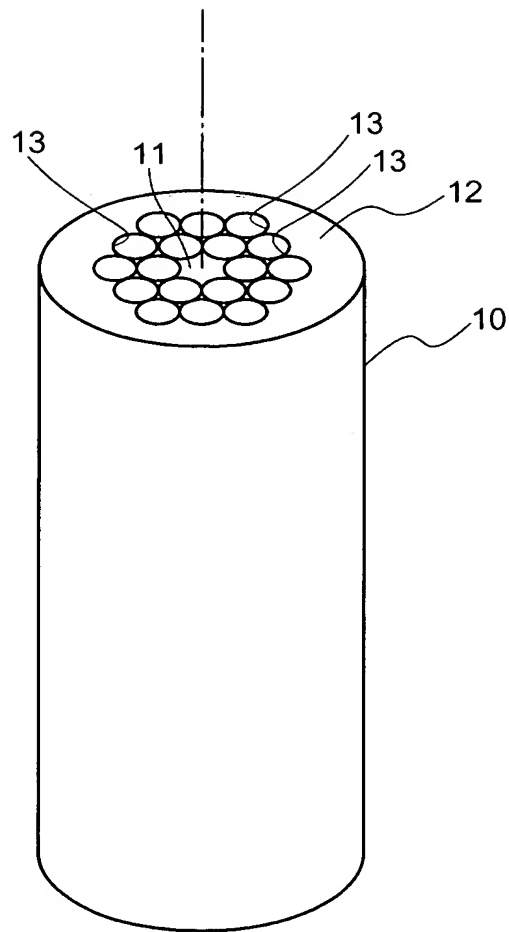
#### 【符号の説明】

10…微細構造光ファイバ、11…コア領域、12…クラッド領域、13…空孔、20…ガラス母材、20a…出発母材部、20b…溶融部、20c…延伸部、20d、20e…ガラス棒、21…第1領域、22…第2領域、23…貫通孔、30…延伸装置、31…支持台、32…第1保持部、33…第2保持部、34…酸水素火炎バーナ（加熱手段）、35…外径測定器。

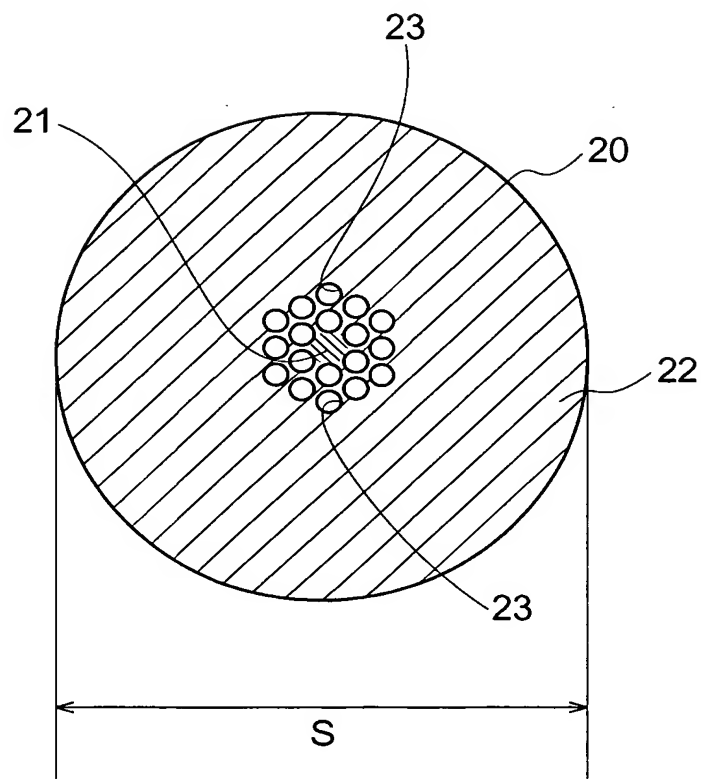
【書類名】

図面

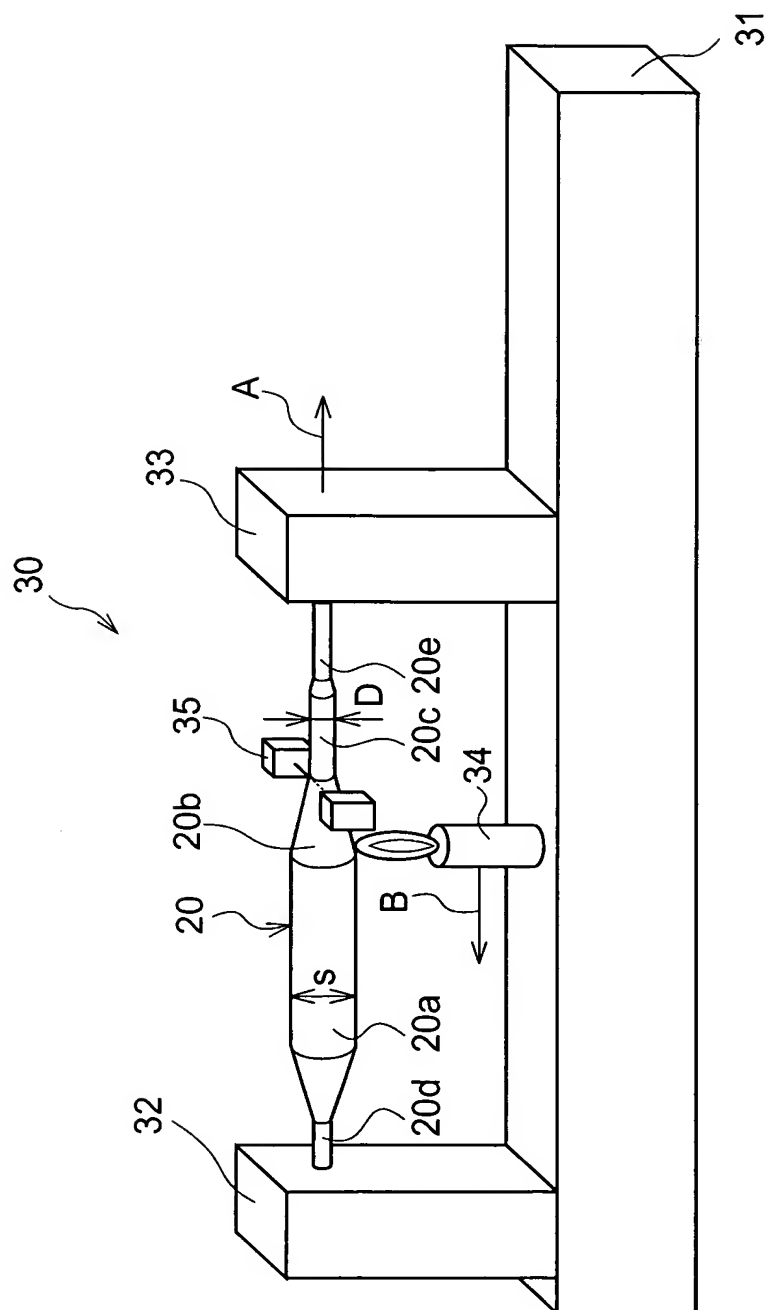
【図 1】



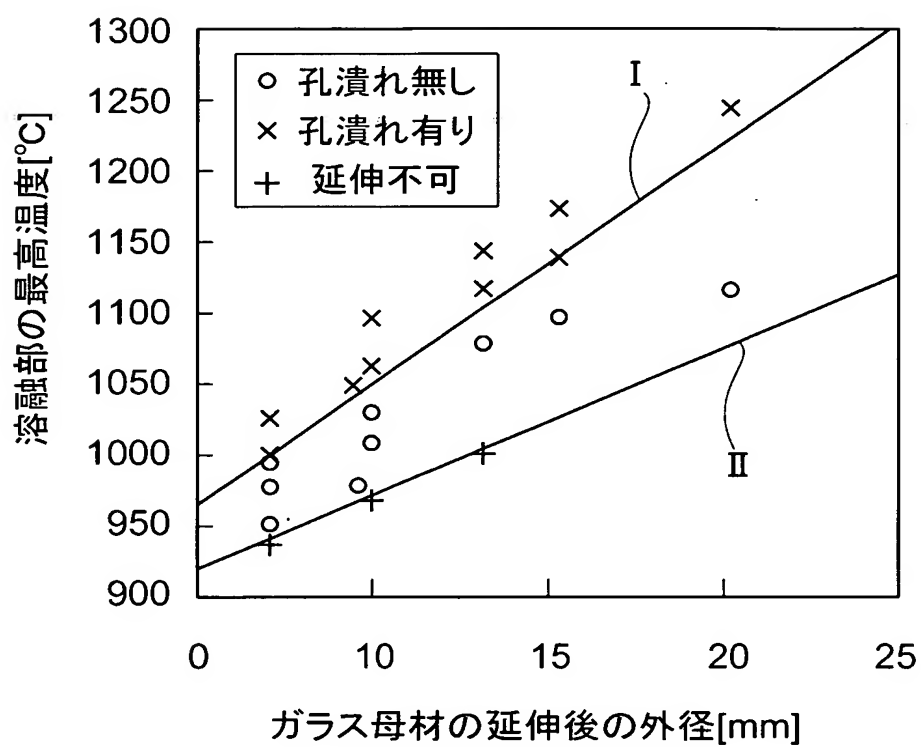
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 長手方向に延びる孔を有するガラス母材を、その孔が潰れることを抑制しつつ延伸することができる方法を提供すること。

【解決手段】 本発明のガラス母材 2 0 の延伸方法は、長手方向に延びる孔 2 3 を有するガラス母材の両端部を第 1 保持部 3 2 及び第 2 保持部 3 3 により夫々保持し、加熱手段 3 4 で、ガラス母材をその一方の端部側から順次加熱・溶融しながら第 1 保持部と第 2 保持部との間隔をガラス母材の長手方向に広げてガラス母材を延伸する方法であって、ガラス母材の延伸後の外径を  $D$  [mm] とし、加熱手段で加熱・溶融されているガラス母材の溶融部 2 0 b の温度を  $T$  [°C] としたときに、溶融部の最高温度  $T$  が、 $11 [^{\circ}\text{C}/\text{mm}] \cdot D + 860 [^{\circ}\text{C}] < T < 17 [^{\circ}\text{C}/\text{mm}] \cdot D + 880 [^{\circ}\text{C}]$  なる関係式を満たすようにガラス母材を加熱手段で加熱・溶融して延伸することを特徴とする。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 0 3 5 2 3 3

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中心区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社